

CYTOLOGIA I EMBRIOLOGIA ROŚLIN

Elżbieta Kuta, Andrzej Joachimiak

Badania z zakresu anatomii i cytologii roślin mają na UJ bogatą tradycję. Kierownik utworzonej w 1932 r. Katedry Anatomii i Cytologii Roślin, Kazimierz Piech, był m.in. autorem pracy o nietypowym rozwoju pyłku w rodzinie *Cyperaceae* (PIECH 1928), należącej dziś do klasycznych. Pionierem cytogenetyki była jego następczyni Maria Skalińska, po wojnie organizatorka krakowskiej szkoły cytologii i embriologii roślin. W latach 1928–1945 opublikowała szereg znakomitych prac dotyczących cytologii i cytogenetyki gatunków rodzaju *Aquilegia* i ich mieszańców oraz eksperymentalnie uzyskanych poliploidów. Prace te przyniosły jej międzynarodowe uznanie. Po wojnie zasłużyła się m.in. redagowaniem trzech wydań polskiego tłumaczenia znanego podręcznika botaniki Edwarda Strashburgera i in. (1960, 1967, 1972).

Problematyka naukowa uprawiana w Zakładzie Cytologii i Embriologii Roślin UJ obejmuje następujące działy tematyczne: kariologię, cytotaksonomię i cytoembriologię, embriologię opisową, cytogenetykę, różnicowanie się komórek i tkanek roślinnych w ontogenezie, kultury tkanek roślinnych *in vitro* i embriologię eksperymentalną. Badania z zakresu pięciu pierwszych działów zainicjowała M. Skalińska, natomiast badania dotyczące kultur *in vitro* i embriologii eksperymentalnej zapoczątkowali Janina Małecka (1926–1991) i Lesław Przywara (1943–2004)²⁴. Obecnie kierownikiem Zakładu Cytologii i Embriologii Roślin jest Andrzej Joachimiak.

KARIOLOGIA ROŚLIN OKRYTONASIENNYCH

Wieloletnie badania zespołowe zorganizowane przez M. Skalińską (M. Skalińska i in., 1950), najpierw dla Tatr (SKALIŃSKA 1963), później dla całej Polski, stały się programem badawczym, który przyniósł wiele szczegółowych prac na temat liczb chromosomów poszczególnych taksonów. Wyniki opublikowano w serii prac zespołowych pt. *Studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms* (1950–1996). Łącznie ustalono liczby dla ok. 1400 gatunków (60–70% flory roślin naczyniowych Polski). Dla 115 taksonów były to pierwsze doniesienia. Szerszym podsumowaniem był rozdział zamieszczony przez Eugenię Pogan w *Szacie roślinnej Polski* (POGAN 1972), a także opracowane wraz z Heleną Wcisło (1920–2000) kompletne zestawienie wszystkich znanych wówczas danych kariologicznych dla roślin Polski (POGAN, WCISŁO 1990, wyd. 1991). W 2009 r. opracowano i udostępniono bazę internetową liczb chromosomów zawierającą zarówno wcześniej opublikowane, jak i nowsze dane na ten temat (<http://www.binoz.uj.edu.pl:8080/chromosomes/>).

²⁴ Zob. *Bibliografia*: Przywara 2007.



Prof. Maria Skalińska (1890–1977)



Prof. Romana Czapik (1929–2008)



Ćwiczenia „Embriologia roślin — specjalne metody badań” prowadzi dr Maria Kościńska-Pajak. Sala ćwiczeniowa w Collegium Brosianum, 2007

Practical class covering the 'Embryology of plants — special methods of research' is being conducted by Maria Kościńska-Pajak, Ph.D., in the Collegium Brosianum, 2007



Uroczyste przyjęcie w Collegium Maius podczas XII Międzynarodowej Konferencji Embriologów Roślin, 5–7 IX 2005. Siedzą: dr Magdalena Mosiołek, dr Bartosz Płachno. Stoją od prawej: dr Marzena Popielarska-Konieczna, dr hab. Andrzej Jankun, prof. Andrzej Joachimiak, dr Aleksandra Grabowska-Joachimiak, dr Monika Bożek, dr Joanna Świerczyńska (z tyłu), Teresa Stokłosa, Renata Piasecka, Anna Bocianiak (z tyłu)

Ceremonial reception at Collegium Maius during the XIIth International Conference of Plant Embryology, 5–7 September 2005. Sitting in the front row: Magdalena Mosiołek, Ph.D., and Bartosz Płachno, Ph.D. Standing, from the right: Marzena Popielarska-Konieczna, Ph.D., Andrzej Jankun, Ph.D., D.Sc., prof. Andrzej Joachimiak, Aleksandra Grabowska-Joachimiak, Ph.D., Monika Bożek, Ph.D., Joanna Świerczyńska, Ph.D. (behind), Teresa Stokłosa, Renata Piasecka, Anna Bocianiak (behind)

KARIOLOGIA MSZAKÓW

W 1982 r. Elżbieta Kuta i Lesław Przywara, częściowo we współpracy z briologiem Ryszardem Ochryą z Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN, rozpoczęli pionierskie w świecie badania kariologii mszaków. Ustalono liczby chromosomów dla ponad 200 gatunków z Polski, kilkudziesięciu gatunków z Antarktyki, Nowej Zelandii i USA. Podsumowaniem światowego dorobku w tym zakresie jest monografia *Karyology of bryophytes* (PRZYWARA, KUTA 1995). Po raz pierwszy w literaturze światowej opisano zwiększający się, podobnie jak u roślin okrytonasiennych, udział poliploidów w miarę oddalania się od równika w kierunku obu biegunów (E. Kuta, L. Przywara, 1997).



Prof. Lesław Przywara (1943–2004). Uroczystość 80-lecia Instytutu Botaniki UJ. Collegium Novum, 29 IX 1993

Prof. Lesław Przywara (1943–2004). The ceremony to commemorate the 80th anniversary of foundation of the Institute of Botany. Collegium Novum, 29 September 1993

CYTOTAKSONOMIA I CYTOEMBRIOLOGIA

Zakład Cytologii i Embriologii Roślin od lat jest liczącym się w świecie ośrodkiem badań cytotaksonomicznych i cytoembriologicznych. Obiektem badań były rośliny rozmnażające się płciowo i apomiktycznie; wiele prac dotyczyło trudnych i krytycznych taksonów *Angiospermae*.

Spośród wieloletnich badań prowadzonych w ostatnim trzydziestoleciu należy wymienić m.in. prace nad: *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (Krystyna Turała-Szybowska, 1969–1972), *Leucanthemum vulgare* s.l. (L. Przywara, 1970–1974), *Ranunculus ficaria* (E. Pogan, H. Wcisło, 1972–1982), kompleksem *Myosotis palustris* (L. Przywara, 1978–1983) oraz rodzajem *Viola* (E. Kuta, 1979–1993, m.in. KUTA 1991). Wiele badań z tego okresu to kontynuacja wcześniejszej tematyki. Dotyczy to m.in. rodzajów: *Arabis*, *Ornithogalum*, *Potentilla* (Romana Czapik), *Anemone* (Zofia Treła-Sawicka). Studia nad gatunkami rozmnażającymi się apomiktycznie rozpoczęła M. Skalińska badaniami nad rodzajem *Poa* (SKALIŃSKA 1959, wyd. 1960). Problematykę tę kontynuowali jej uczniowie: Romana Czapik (1929–2008), Janina Małecka (1926–1991), Romana Izmailow, Andrzej Jankun (1940–2007), Elżbieta Kubień, Jerzy Rychlewski i młodszy badacze. Warto tu wymienić długoletnie studia nad rodzajami: *Alchemilla*, *Ranunculus* (IZMAIŁOW 1994, 1996), *Hieracium* (M. Skalińska, m.in. 1976), *Rubus* (R. Czapik), *Sorbus* (A. Jankun, Miroslav Kovanda), *Taraxacum* (J. Małecka). Większość prac opublikowano w latach 1960–1990. W 1993 r. ukazała się monografia

A. Jankuna na temat apomiksji w rodzaju *Sorbus* (JANKUN 1993), w latach 1993–2006 Maria Kościńska-Pająk wydała serię publikacji dotyczących embriologii apomiktycznych gatunków z rodzaju *Chondrilla* z uwzględnieniem badań ultrastrukturalnych i immunocytochemicznych (m.in. KOŚCIŃSKA-PAJĄK 1999, 2006). Autorytetem w dziedzinie badań apomiksji była prof. Romana Czapik, której, oprócz prac oryginalnych, zawdzięczamy artykuły teoretyczne i przeglądowe na ten temat.

EMBRIOLOGIA OPISOWA

Badania z zakresu embriologii opisowej koncentrowały się głównie na poznaniu procesów reprodukcyjnych słabo przebadanych przedstawicieli różnych taksonów *Angiospermae*. Dotyczyły one m.in. rozwoju zarodka i endospermy, zmienności cyklu rozwojowego, charakterystyki różnych elementów gametofitu żeńskiego (antypod, synergid) i rozwoju pyłku. W latach 90. XX w. R. Czapik zainicjowała studia nad wpływem zanieczyszczeń środowiska na rozmnażanie się roślin. Obecnie prace te kontynuują: R. Izmailow, M. Kościńska-Pająk i E. Kuta, wraz z doktorantami i magistrantami.



Prof. Romana Izmailow, 1995

Pod redakcją R. Czapik ukazały się opracowania zbiorowe: *Studies on embryology and reproduction of Angiosperms* (CZAPIK red. 1994) oraz *Plant embryology, past, present, future* (2000). R. Czapik i R. Izmailow są autorkami rozdziału na temat zygotycznej embriogenezy w książce *Current trends in the embryology of Angiosperms* opublikowanej przez Kluwer Academic Publishers (CZAPIK, IZMAIŁOW 2001). Wyrazem uznania dla dorobku Zakładu w dziedzinie badań embriologicznych jest powierzenie tej placówce organizacji konferencji naukowych krajowych i międzynarodowych. W 1984 r. zorganizowano II Ogólnopolską Konferencję Embriologów Roślin. W 1999 r. Zakład był organizatorem IX Międzynarodowej Konferencji Embriologów Roślin, a w 2005 r. — XII konferencji z tego cyklu.

CYTOGENETYKA

Prekursorem badań cytogenetycznych w Polsce była M. Skalińska, która rozpoczęła je już w latach 20. ubiegłego stulecia. Obecnie prowadzone badania dotyczą głównie dwóch obszarów tematycznych: cytogenetyki roślin okrytonasiennych oraz cytogenetyki mszaków. Przedmiotem długoletnich badań z tego zakresu są rodzaje

Phleum, *Allium* (A. Joachimiak i in., 1987, 1988, 2001; JOACHIMIAK 2005), a ostatnio *Bromus* (A. Joachimiak i in., 2001; KŁOS i in. 2009) i *Aconitum* (A. Joachimiak i in., 1999; J. Mitka i in., 2007). Na uwagę zasługują też badania nad kompleksami Rennera u *Rhoeo spathacea* (GOLCZYK, HASTEROK, JOACHIMIAK 2005), chromosomami holokinetycznymi *Luzula* (A. Madej, E. Kuta, 2001; KUTA i in. 2004) oraz nad chromosomami płci u roślin (GRABOWSKA-JOACHIMIAK, JOACHIMIAK 2002; M. Mosiołek i in., 2005; M. Błocka-Wandas i in., 2007). W ostatnich latach wykorzystywane są metody cytogenetyki molekularnej zarówno w badaniach nad chromosomami mono-, jak i holocentrycznymi (FISH — *Fluorescence In Situ Hybridization* z sekwencjami centromerowymi, telomerowymi, z retroelementami oraz rDNA loci). Od wielu lat prowadzone są badania cytogenetyczne dotyczące struktury genomu mszaków, bardzo rzadkie w skali światowej, m.in. struktury kariotypu u *Plagiomnium undulatum* (L. Przywara i in., 2003) oraz zmiennością kariotypu i występowaniem heterochromatyny u *Pleurozium schreberi* (E. Kuta i in., 1998, 2000).

RÓŻNICOWANIE SIĘ KOMÓREK I TKANEK ROŚLINNYCH W ONTOGENEZIE

Badania z tego zakresu podjęto w Zakładzie już we wczesnych latach 50. XX w. Dotyczą one różnych aspektów różnicowania się głównie tkanek organów generatywnych (m.in. endospermy, elementów woreczka zalążkowego, tapetum). Część tej problematyki, określanej terminem anatomii kariologicznej, była przedmiotem badań głównie Krystyny Turały-Szybowskiej i jej współpracowników: Jerzego Bohdanowicza i Marii Wędzony. Na szczególną uwagę zasługuje cykl publikacji nad różnicowaniem się endospermy w rodzinie *Cucurbitaceae* (K. Turała, 1958–1973), różnicowaniem się antypod u *Ranunculus* (K. Turała-Szybowska, M. Wędzony, 1982, 1983), *Aquilegia* (K. Turała-Szybowska, J. Wolańska, 1989), *Triticum* (M. Wędzony, 1992–1993), synergid u *Pulmonaria* (R. Izmailow, M. Tarnawska, 1995) oraz tapetum u *Ranunculus* (K. Turała-Szybowska, 1986–1994; TURAŁA-SZYBOWSKA 1992/1993). Z nowszych badań na uwagę zasługują prace Bartosza Płachno i współpracowników nad rozwojem, ukształtowaniem i funkcjonowaniem tkanek odżywczych i struktur embriologicznych u roślin mięsożernych (B. Płachno i in., 2006–2009; PŁACHNO, KOZIERADZKA-KISZKURNO, ŚWIĄTEK 2007).

KULTURY TKANEK ROŚLINNYCH *IN VITRO*

Od początku lat 90. XX w. rozwijano problematykę badawczą z zakresu hodowli *in vitro* komórek. Badania dotyczą m.in. procesów regeneracji roślin w warunkach kultury *in vitro*, różnicowania i indukcji kalusa oraz kultur zawieszinowych. Badano wpływ różnych czynników (np. regulatorów wzrostu, cukrów, składników nieorganicznych) na procesy morfogenetyczne u wielu taksonów roślin, m.in. u: *Actinidia* (A. Matkowski, L. Przywara 1995), *Trifolium* (Robert Konieczny, seria prac w latach 1995–2000, m.in. KONIECZNY 1999), *Helianthus* (Monika Jach, L. Przywara, 2000). W kilku ostatnich latach badania zostały poszerzone przez Roberta Koniecznego

i współpracowników o analizę roli stresu w kulturach *in vitro* (pomiarzy aktywności enzymów stresu i poziomu H_2O_2), roli ściany komórkowej w procesach różnicowania oraz o poszukiwania markerów somatycznej embriogenezy (identyfikacja genów *SERK1* oraz profile białkowe). Osobnym tematem badawczym była analiza zmienności chromosomowej w hodowlach tkankowych roślin (A. Joachimiak i in., 1993, 1995; A. Madej, E. Kuta, 2001; GERNAND i in. 2007).

EMBRIOLOGIA EKSPERYMENTALNA

W embriologii eksperymentalnej badania dotyczą głównie: androgenezy, gynogenezy, hodowli izolowanych zarodków zygotycznych i woreczków zalążkowych, hodowli *in vitro* endospermy, zapłodnienia *in vitro*, indukcji rozwoju autonomicznego bielma w kulturze niezapłodnionych zalążków, a także wykorzystania technik *in vitro* do uzyskiwania mieszańców oddalonych. Studia nad androgenezą prowadzone były nad izolowanymi mikrosporamiz *Zea mays* (Grzegorz Góralski i in., 1999; GÓRALSKI i in. 2002) oraz kulturą pylników *Triticum* (KONIECZNY i in. 2003; R. Konieczny, 2005). Eksperymenty nad gynogenezą dotyczyły hodowli *in vitro* niezapłodnionych zalążków lub zalążni oraz analizy embriologicznej hodowanych eksplantatów u *Allium cepa* (MUSIAŁ, BOHANEK, PRZYWARA 2001). Metody *in vitro* są przydatne w hodowli roślin jako droga do uzyskiwania mieszańców oddalonych w różnych grupach taksonomicznych. W przypadku badań prowadzonych w Zakładzie meto-



Grupa *In Vitro* w Zakładzie Cytologii i Embriologii Roślin. Od lewej: prof. Elżbieta Kuta, dr Robert Konieczny, dr Marzena Popielarska-Konieczna, dr Monika Tuleja, 2005

In Vitro team in Department of Plant Cytology and Embryology. From the left: prof. Elżbieta Kuta, Robert Konieczny, Ph.D., Marzena Popielarska-Konieczna, Ph.D., Monika Tuleja, Ph.D., 2005

dy te testowano w eksperymentach hybrydizacyjnych w obrębie rodzaju *Trifolium*. Po raz pierwszy w świecie uzyskano międzygatunkowego mieszańca *T. repens* x *T. hybridum* (PRZYWARA i in. 1989; L. Przywara, R. Konieczny, 1993). Osobny temat to badania nad indukowaniem partenogenezy za pomocą zapyleń napromieniowanym pyłkiem. Po raz pierwszy w świecie uzyskano na tej drodze haploidy *Actinidia deliciosa* (L. Przywara i in., 1988; PANDEY, PRZYWARA, SANDERS 1990).

WPŁYW ZANIECZYSZCZONEGO ŚRODOWISKA NA ORGANIZMY ROŚLINNE

Badania rozpoczęła prof. Romana Czapiak, analizując wpływ abiotycznych czynników środowiska na procesy reprodukcyjne roślin (zob. *Embriologia opisowa*). Badania te zostały obecnie poszerzone przez Elżbietę Kutę i Romanę Izmailow ze współpracownikami (E. Kuta i in., 2004–2009) o wpływ warunków skażonego środowiska na procesy mikroewolucyjne (powstawanie nowych gatunków, ekotypów, genotypów) z wykorzystaniem markerów molekularnych (ITS, RAPD, ISSR) (HILDEBRANDT i in. 2006) oraz fizjologiczne (analiza enzymów stresu) (SŁOMKA i in. 2008).